

山形大学工学部技術部
情報技術室 沓澤 伸明

1.はじめに

平成 15 年 4 月から本大学に勤務し今年で 10 年目を迎えた。これまでに進めてきた「磁性リボンを用いたリモートセンサ」について簡単に紹介する。

磁性リボンとは非結晶の磁性体の薄帯で、身近なものでは万引き防止用のタグなどで使用されている(図 1)。図 2 に磁性リボンを用いたリモートセンサの原理を示す。高透磁率、高磁歪の磁性リボンに交流磁界を印加した場合、磁性リボンは磁歪現象により機械的に振動し、任意の周波数において共振する。この機械共振で発生した磁束変化を受信コイルで検出することで、温度、粘度、ガス等をセンシングする。その中で、現在の研究にもっとも影響を与えた「リモート水素ガスセンサ」について述べる。

水素ガスは燃料電池等の次世代エネルギー源として注目されているが、水素ガスは引火しやすいため、安全に利用するためには水素ガスセンサが欠かせない。ここで Pd 合金に着目した。Pd 合金は水素ガスを吸蔵し膨張する性質を持っている。また、先に述べた磁性リボンの機械的共振を用いたセンサは、センサ素子がリボン単体であるため構造が単純で、素子と信号処理機器との分離が可能である。また交流磁界を用いて素子に電力を供給するため素子に電源を搭載する必要がない。

本研究では、磁性リボンに Pd 合金 (Pd, PdNi (Ni:at.4.78%)) をスパッタし作製した素子を用いて水素ガスを検出し、水素ガス濃度と共振周波数の関係から安全な水素ガス濃度のリモートセンサへの応用について検討した。

2.実験方法

2.1 素子の作製

表 1 に磁性リボン Meglas2605CO の特性を示す。この磁性リボンは高透磁率、高磁歪定数であるため機械的共振を用いた本センサに適している。

磁性リボンを長さ 20 mm、幅 5 mm、厚さ 25 μm に切断し、磁気異方性付与のため幅方向に 100 Oe の直流磁場中 370°C で熱処理を施した。雰囲気は窒素気流中である。熱処理を施すことによりセンサの感度を向上することが可能である。

熱処理後 RF マグネトロンスパッタリング法を用いて図 3 に示すよう Cr, Pd 合金を成膜した。Cr 膜は磁性リボンと Pd 合金の密着性を高めるために用いた。スパッタリング条件は印加電力 50 W, Ar 圧力 3×10^{-2} Torr である。



図 1 万引き防止用タグ

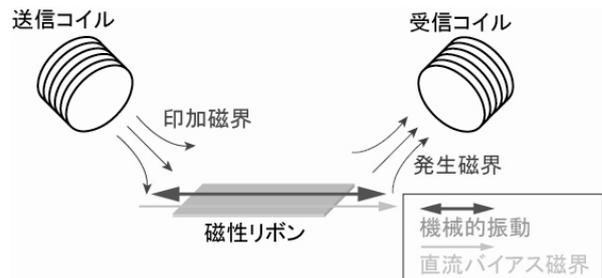


図 2 磁性リボンを用いたリモートセンサの原理

表 1 Metglas2605CO の特性

組成	Fe-Co-B-Si
初透磁率; μ_i	14,000
最大透磁率; μ_{\max}	4000,000
磁歪定数; λ_s	35×10^{-6}

2.2 測定方法

図4に測定系を示す。水素用配管内を想定した石英管内に素子を配置，水素ガス濃度を变化させ装置に流した。素子の共振挙動は石英管に巻いた直径 30 mm, 60 回巻きの送受信コイルを用いてネットワークアナライザの反射係数 S_{11} で検出した。共振周波数は図5に示す S_{11} が最も減衰する周波数と定義した。水素ガス濃度による共振周波数の変化は，素子に直流バイアス磁界を印加した状態で，水素ガス濃度 0%の状態から共振周波数を測定し，変化が飽和した後水素ガス濃度を 0.0101, 0.105, 0.515, 1.02, 6.92, 10, 50.6, 100%と増加させ測定した。

3 実験結果およびまとめ

図6にPdを成膜した素子の共振周波数の時間特性，図7にPdNiを成膜した素子の共振周波数の時間特性を示す。どちらも水素ガス濃度が増加するに従い共振周波数は増加した。Pdを成膜したものは水素ガス濃度 6.92~100%において共振周波数の変化は見られないが，PdNiを成膜した素子では 0~100%の濃度範囲で共振周波数の変化が見られたため広範囲で測定可能なセンサに应用可能と考えられる。

また，全体的にPdよりPdNiを成膜した素子の方が水素を吸蔵速度が速いと予想できる。

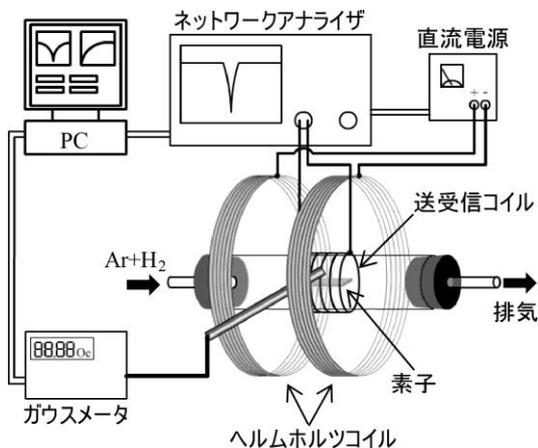


図4 測定系

以上より磁性リボンを用いて水素ガス濃度のリモートセンシング可能であった。また水素雰囲気中に配線や電氣的な接続が存在しない高安全なセンサに应用が期待できる。

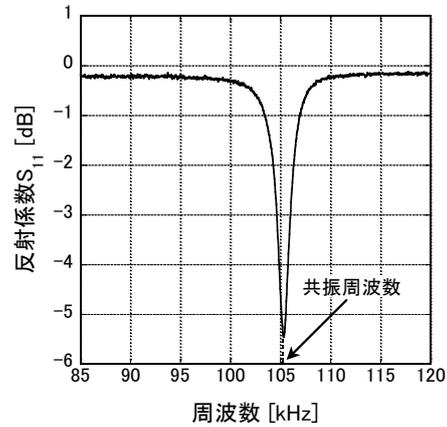


図5 共振周波数の定義

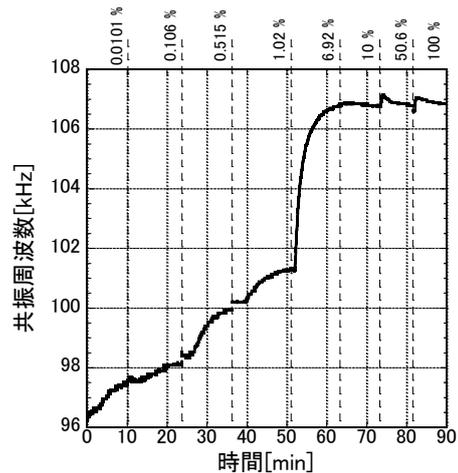


図6 共振周波数の時間特性 (Pd)

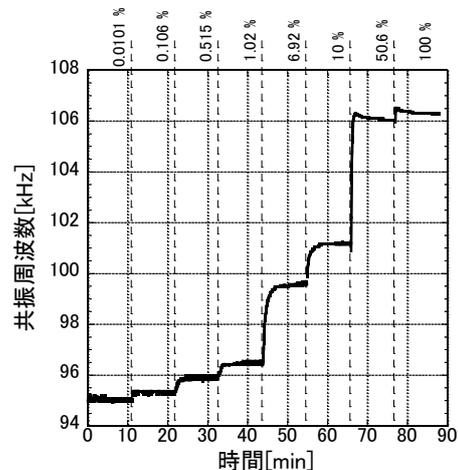


図7 共振周波数の時間特性 (PdNi)